

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)



REC'D 01 MAR 2004

WIPO

PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 102 53 292.3

Anmeldetag: 13. November 2002

Anmelder/Inhaber: SeeReal Technologies GmbH, 01307 Dresden/DE

Bezeichnung: Videohologramm mit minimaler Bandbreite

IPC: H 04 N, G 03 H

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 6. Februar 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Oziemon



Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft Videohologramme und Einrichtungen zur Rekonstruktion von Videohologrammen mit einem optischem System (bestehend aus wenigstens einer Lichtquelle) und dem Videohologramm aus matrixförmig oder regulär angeordneten Zellen mit mindestens einer in Amplitude und/oder Phase steuerbaren Öffnung je Zelle.

Die Videohologramme und die Einrichtungen zur Rekonstruktion von Videohologrammen zeichnen sich insbesondere dadurch aus, dass ausgedehnte holografische Videodarstellungen in Echtzeit realisierbar sind. Damit können vorteilhafterweise holografische Darstellungen von räumlichen Szenen mittels steuerbarer Displays, wie TFT-Flachdisplays, für computergenerierte oder auf andere Weise erzeugte räumliche Darstellungen erzeugt werden. Vorteilhafte Anwendungen sind Fernseh-, Multimedia-, Spiele- und Konstruktionsbereich, die Militär- und Medizintechnik und anderen Bereiche in Wissenschaft, Unterhaltung, Wirtschaft und Gesellschaft.

Die erfindungsgemäßen Einrichtungen zeichnen sich dadurch aus, dass das Space-Bandwidth-Produkt (SBP) auf ein Minimum reduziert wird, wobei das minimale Periodizitätsintervall in der Betrachterebene als Betrachterfenster genutzt wird, durch das hindurch die Szene betrachtet wird. Die Betrachterbeweglichkeit wird durch Nachführen der Betrachterfenster erreicht.

Beschreibung

Videohologramm mit minimaler Bandbreite

Die Erfindung betrifft Videohologramme und Einrichtungen zur Rekonstruktion von Videohologrammen mit einem optischem System bestehend wenigstens aus einer Lichtquelle und dem Videohologramm aus matrixförmig oder regulär angeordneten Zellen mit mindestens einer in Amplitude und/oder Phase steuerbaren Öffnung je Zelle.

Einrichtungen für Videohologramme, die mit akustooptischen Modulatoren (AOM) optische Wellenzüge erzeugen, aus denen Ablenkspiegel eine zweidimensionale Wellenfront innerhalb eines Videoframes aufbauen, sind bekannt (Stephen A. Benton, Joel S. Kollin: Three dimensional Display System, United States Patent 5,172,251). Da Hologramme mit Matrizen beugungsbasiert sehr kleine Pixelabstände erfordern, die sich für grössere Ausdehnungen heute technisch nicht realisieren lassen, werden auf bekannte Weise mehrere Displays zu grösseren Hologrammen aneinander gesetzt. Dabei werden die Hologramm-Ausdehnungen in einem zweistufigen Prozess vergrössert, indem im ersten Schritt schnelle Matrizen (in der Regel EASLM: Elektronisch Adressierbare Spatiale Licht-Modulatoren) mit der nötigen Information beschrieben und durch inkohärente Abbildung auf ein holografisch geeignetes Medium als Videohologramm zusammengesetzt (tiling) werden. Dies ist in der Regel ein Optisch Adressierbarer Spatialer Licht-Modulator (OASLM). Im zweiten Schritt wird dieses zusammengesetzte Hologramm, mit Hilfe kohärenten Lichts in Transmission oder Reflexion rekonstruiert (Brown et al, System for the Production of a Dynamic image for Display, United States Patent 6,437,919 B1; Slinger, Christopher, Holographic Displays, PCT, WO 00/75698 A1).

Die bekannten Videohologramme mit akustooptischen Modulatoren wandeln elektrische Signale in optische Wellenzüge um, die durch Ablenkspiegel zu zweidimensionalen holografischen Flächen zusammengesetzt werden. Diese Wellenfronten werden über weitere optische Elemente in die für den Betrachter sichtbare Szene rekonstruiert. Die optischen Elemente, wie Linsen und Ablenkelemente, haben die Ausdehnung der rekonstruierten Szenen und sind mit ihrer grossen Tiefe voluminös und schwer. Sie lassen sich kaum miniaturisieren.

Bei den bekannten TFT-Anordnungen für Videohologramme mit kleinen Öffnungen, im weiteren als computer-generierte Hologramme (CGH) bezeichnet, wird die Beugung an kleinen Öffnungen für die Kodierung der Szenen angewendet. Die von den Öffnungen der CGH ausgehenden Wellenfronten konvergieren in Objektpunkten der dreidimensionalen Szene, bevor sie den Betrachter erreichen. Je kleiner der Abstand und damit die Grösse der Öffnungen in den CGH, umso grösser der Beugungswinkel und umso mehr Öffnungen tragen zur Bildung eines Objektpunktes bei. Mit dem Beugungswinkel nehmen daher die Auflösung und der Betrachterwinkel zu, unter dem eine Szene gesehen werden kann.

Die periodische Anordnung der Öffnungen in den CGHs führt zu einer periodischen Fortsetzung der rekonstruierten Szene. Wenn die Ausdehnung der Szene grösser als die Periodizitätslänge ist, überlappen sich benachbarte Beugungsordnungen. Mit Verringerung der Auflösung, also wachsendem Abstand oder Pitch der Öffnungen, werden zunächst die Ränder der Szene gestört, die die Szene dadurch in ihrer räumlichen Ausdehnung mehr und mehr einschränken.

Um grosse Periodizitätsbereiche zu erzielen, muss der Pitch in der Grössenordnung der Lichtwellenlänge von etwa $1\text{ }\mu\text{m}$ gehalten werden. Um möglichst große Szenen darstellen zu können, müssen die CGH aber entsprechend groß sein. Beide Forderungen verlangen CGH mit sehr vielen Öffnungen mit sehr geringem Pitch, die gegenwärtig nicht realisierbar sind. Gegenwärtig betragen die Abmessungen derartiger Displays ein oder wenige Zoll bei Pitches, die zudem noch erheblich über $1\text{ }\mu\text{m}$ liegen.

Beide Forderungen, Pitch und Hologrammgrösse, werden durch das sogenannte Space-Bandwith-Produkt (SBP) erfasst, das der Anzahl der Öffnungen im Hologramm entspricht. Soll eine Szene von einem CGH der Breite von 50 cm so rekonstruiert werden, dass ein Betrachter diese Szene im Abstand von 1 m innerhalb eines horizontalen Betrachterfensters von 50 cm betrachten kann, beträgt das SPB etwa $0,5 \cdot 10^6$. Dem entsprechen in horizontaler Richtung 500.000 Öffnungen mit einem Abstand von $1\text{ }\mu\text{m}$. Bei einem Aspekt-Verhältnis von 4:3 ergeben sich in vertikaler Richtung entsprechend 375.000 Öffnungen. Das CGH enthält somit $3,75 \cdot 10^{11}$ Öffnungen. Diese Zahl verdreifacht sich noch, wenn man bedenkt, dass im CGH

Wellenfronten nach Amplitude und Phase zu kodieren sind und für die Kodierung beliebiger Phasen wenigstens 3 Öffnungen erforderlich sind. Die etwa 10^{12} Öffnungen werden dabei als farbkodiert vorausgesetzt, was 3 Farb-Subpixel je Öffnung bedeutet.

Steuerbare Matrizen mit diesen hohen Anforderungen an Pixelzahl und Pitch sind derzeit nicht bekannt.

Die Hologrammwerte müssen aus den zu rekonstruierenden Szenen berechnet werden. Bei einer Farbtiefe von 1 Byte für jede der drei Grundfarben und einer Frame-Rate von 50 Hz benötigt das CGH einen Informationsfluss von $3 \cdot 50 \cdot 10^{12} = 1,5 \cdot 10^{14}$ Byte/s. Transformationen von Datenströmen dieser Grösse übersteigen die Leistung derzeit üblicher Rechner bei weitem und schliessen eine Hologramm-Berechnung auf Basis lokaler Rechner aus.

Auch eine Übertragung dieser Informationsmenge über Datennetze ist für den normalen Nutzer gegenwärtig nicht realisierbar.

Videohologramme auf der Basis der bekannten Verfahren mittels CGH lassen sich derzeit nicht realisieren. Dazu fehlen die steuerbaren grossen Matrizen mit extrem kleinen Pitches, die erforderlichen Rechenleistungen und die begrenzte Bandbreite der Netzwerke. Ebenso sind AOM-basierte Lösungen aufgrund der voluminösen Anordnung und der extremen Anforderungen an die Computerleistung nicht in Stückzahlen realisierbar.

Der im Patentanspruch 1 angegebenen Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ausgedehnte holografische Videodarstellungen in Echtzeit zu realisieren.

Diese Aufgabe wird mit den im Patentanspruch 1 aufgeführten Merkmalen gelöst.

Die Videohologramme und die Einrichtungen zur Rekonstruktion von Videohologrammen zeichnen sich insbesondere dadurch aus, dass ausgedehnte holografische Videodarstellungen aus grossen Betrachterwinkeln und in Echtzeit realisierbar sind. Damit können vorteilhafterweise holografische Darstellungen von ausgedehnten räumlichen Szenen mittels steuerbarer

Displays, wie TFT-Flachdisplays, für computergenerierte oder auf andere Weise erzeugte räumliche Darstellungen erzeugt werden. Videohologramme sind vorteilhafterweise im Fernseh-, Multimedia-, Spiele- und Konstruktionsbereich, in der Militär- und in der Medizintechnik und in anderen Bereichen von Wirtschaft und Gesellschaft anwendbar.

Die erfindungsgemäßen Videohologramme und Einrichtungen zur Rekonstruktion von Videohologrammen zeichnen sich dadurch aus, dass die Rekonstruktion/en als Fouriertransformierte des Videohologramms am Ort des/der Lichtquellenbildes/r des optischen Systems als Betrachterfenster lokalisiert ist/sind, durch welches hindurch die dreidimensionale Szene als Transformierte des Videohologramms betrachtbar ist. Vorteilhafterweise sind Ausdehnung und Periodizitätsintervall der/des Betrachterfenster/s gleich oder annähernd gleich gross.

Gegenüber den bekannten CGH bestehen die Vorteile des Videohologramms und der Einrichtung zur Rekonstruktion darin, dass das Space-Bandwidth-Produkt (SBP) als Anzahl der Zellen des Videohologramms auf ein Minimum reduziert wird. Die Ausdehnung der/des Betrachterfenster/s kann auf den Bereich eines Auges oder sogar einer Augenpupille eingeschränkt sein. Die bekannten Verfahren weisen dagegen Betrachterfenster auf, deren Grösse der Bewegungsfreiheit des Betrachters entspricht.

Beschränkt man zum Beispiel das Betrachterfenster von horizontal 50 cm und vertikal 37,5 cm auf 1 cm x 1 cm, so entspricht das einer Reduzierung der Anzahl der Öffnungen im Hologramm auf $1/1875$. In gleicher Weise werden der Rechenaufwand und bei Transfer über ein Netzwerk die erforderliche Bandbreite reduziert. Die nach den bekannten Verfahren erforderlichen 10^{12} Öffnungen reduzieren sich erfindungsgemäss auf etwa $5 \cdot 10^8$ Pixel. Durch das verbleibende kleine Betrachterfenster kann die Szene betrachtet werden.

Diese Anforderungen nach Pitch-Grösse können heute verfügbare Displays bereits erfüllen.

Dem anderen Auge des Betrachters wird analog ein Betrachterfenster zugeordnet, indem etwa die betrachtete Lichtquelle entsprechend verschoben oder durch eine zweite ergänzt wird, deren Bild nun auf dem zweiten Auge liegt, oder auf andere geeignete Art. Das Betrachterfenster

für das linke Auge wird als linkes und für das rechte als rechtes Betrachterfenster bezeichnet. Bewegt sich der Betrachter, wird/werden die Lichtquelle/n so verschoben, dass die Betrachterfenster den Augen des Betrachters folgen. Die Betrachterfenster werden dem/den Betrachter/n nachgeführt. Für die Positionsdetektion sind Systeme bekannt, die beispielsweise auf Magnet-sensoren basieren. Die Betrachter sehen durch das linke und rechte Betrachterfenster die re-konstruierten dreidimensionalen Szenen.

Die prinzipielle Lösung besteht also darin, die Auflösung des Hologramms durch Vergrösse-rung des Pitches soweit zu verringern, dass das Periodizitätsintervall, das das/die Betrachter-fenster aufnimmt, auf ein Minimum eingeschränkt wird. Durch diese/s hindurch wird die dreidimensionale Szen betrachtet. Durch Nachführen der Betrachterfenster ist eine grosse Bewegungsfreiheit des/der Betrachter gesichert.

Um das Übersprechen eines Betrachterfensters durch höhere Beugungsordnungen auf das an-dere Auge eines Betrachters oder auf andere Betrachter zu verhindern, wird erfindungsgemäss der Intensitätsabfall zu höheren Beugungsordnungen aufgrund der endlichen Breite der Öff-nungen oder/und die Nulldurchgänge oder Minima dieses Intensitätsverlaufs ausgenutzt. Bei zum Beispiel rechteckigen Öffnungen entsteht als Intensitätsverlauf eine sinc-Funktion, die theoretisch unendlich ausgedehnt ist und eine mit grösser werdenden Abständen abnehmende sin-Funktion mit Nulldurchgängen darstellt. Um ein Übersprechen der periodischen Fortset-zungen auf andere Augen zu verhindern, legt man entweder die Nulldurchgänge der sinc-Funktion dorthin und/oder nutzt das Abklingverhalten des Intensitätsverhaltens dieser Funkti-on aus. Schliesslich kann man noch das Übersprechen bei der Berechnung der Amplitude für das andere Auge kompensieren.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Patentansprüchen 2 bis 10 angegeben.

Ein optisches System zur Rekonstruktion des Videohologramms lässt sich sehr einfach nach Weiterbildung des Patentanspruchs 2 durch ein optisches Abbildungssystem, bestehend aus einer reellen oder virtuellen punkt- oder linienförmigen Lichtquelle und einer Linse realisie-ren.

Die Weiterbildung des Patentanspruchs 3, wobei das Betrachterfenster auf wenigstens die Grösse einer Pupille, eines Auges, des Augenabstands eines Betrachters oder auf einen bestimmten Bereich begrenzt und lokalisiert ist, durch das die dreidimensionale Szene betrachtbar ist, führt vorteilhafterweise zu einer minimalen Auflösung des Videoholgramms.

Das Zuschalten einer zweiten Lichtquelle zu einem Lichtquellenpaar erzeugt nach der Weiterbildung des Patentanspruchs 4 ein zweites Betrachterfenster für die andere Pupille oder das andere Auge des Betrachters, das die beidäugige Betrachtung der dreidimensionalen Szene durch zwei zugehörige Betrachterfenster ermöglicht.

Mehreren Betrachtern können nach Weiterbildung des Patentanspruchs 5 durch Zuschalten weiterer Lichtquellenpaare Paare von Betrachterfenster zugeordnet werden, durch die sie die dreidimensionale Szene betrachten können.

Der/die Betrachter kann/können sich nach der Weiterbildung des Patentanspruchs 6 beliebig bewegen, indem die Lichtquellen oder das/die Lichtquellenpaar/e durch mechanischen Versatz, durch bewegliche Spiegel als beleuchtete oder selbstleuchtende Öffnungen/Lichtquellen in einer steuerbaren matrix- oder zeilenförmigen oder anderen Anordnung elektronisch so positioniert werden oder/und dass sich der/die Betrachter so positionieren, dass die Lokalisierung des oder der Betrachterfenster auf die Pupille, die Pupillen, das Auge oder die Augen des Betrachters gegeben ist. Damit können ein oder mehrere Betrachter die dreidimensionale Szene betrachten.

Durch wenigstens einen Positionsgeber zur Ermittlung der Position/en des oder der Betrachter kann nach Weiterbildung des Patentanspruchs 7 die Information zur Bestimmung der Position der Lichtquellen oder der Lichtquellenpaare geliefert wird.

Das Übersprechen von einem Betrachterfenster auf ein anderes kann durch Weiterbildung des Patentanspruchs 8 dadurch unterdrückt werden, dass der Intensitätsabfall zu höheren Beugungsordnungen hin am Ort des anderen Betrachterfensters eine Nullstelle aufweist.

Hierbei wird die endliche Breite der Öffnungen ausgenutzt, die üblicherweise einheitlich ist und zu einem multiplikativen Intensitätsabfall in der Ebene des/der Betrachter führt. Bei rechteckförmigen Öffnungen entsteht eine sinc^2 -Funktion, die eine nach höheren Beugungsordnungen quadratisch abnehmende sin^2 -Funktion ist.

Die Rekonstruktion farbiger Szenen von Videohologrammen wird durch Weiterbildung des Patentanspruchs 9 dadurch erreicht, dass mindestens drei für die Grundfarben in Amplitude und/oder Phase steuerbare Öffnungen je Zelle vorgesehen sind, wobei die Kodierung für die Öffnungen für jede Grundfarbe separat erfolgt.

Durch Weiterbildung des Patentanspruchs 10 erfolgt die farbige Rekonstruktion durch wenigstens drei nacheinander ausgeführte Rekonstruktionen in den Grundfarben.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in den Zeichnungen dargestellt und wird im folgenden näher beschrieben.

Es zeigen:

Fig. 1 eine prinzipielle Darstellung eines Videohologramms und einer Einrichtung zur Rekonstruktion von Videohologrammen mit der Entstehung der Beugungsordnungen und der Lage des Betrachterfensters,

Fig. 2 eine prinzipielle Darstellung einer Einrichtung zur Rekonstruktion von Videohologrammen mit einer Rekonstruktion einer dreidimensionalen Szene, die durch das Betrachterfenster hindurch betrachtet werden kann,

Fig. 3 eine prinzipielle Darstellung einer Einrichtung zur Rekonstruktion von Videohologrammen mit der Kodierung des Videohologramms aus der dreidimensionalen Szene, so, dass die Beugungsordnungen nicht überlappen,

Fig. 4 einen Intensitätsverlauf in Abhängigkeit von den Beugungsordnungen und

Fig.5 eine prinzipielle Darstellung einer Einrichtung zur Rekonstruktion von Videohologrammen mit dem Übersprechen für die beiden Augen eines Betrachters sowie mit der Lage der Betrachterfenster hinsichtlich der Beugungsordnungen.

Ein Videohologramm und eine Einrichtung zur Rekonstruktion von Videohologrammen besteht im Wesentlichen aus einer punkt- oder linienförmigen Lichtquelle sowie vorteilhaft aus einer Linse, wobei das Videohologramm aus matrixförmig oder regulär angeordneten Zellen besteht, die mindestens eine in Amplitude und/oder Phase steuerbare Öffnung enthalten.

Eine Lichtquelle 1 wird durch eine Linse 2 in die Betrachterebene 4 abgebildet. Setzt man ein Hologramm 3 ein, so wird es in der Betrachterebene 4 als Betrachterfenster 5 fouriertransformiert rekonstruiert (Darstellung in der Fig. 1). Das Hologramm mit periodischen Öffnungen erzeugt äquidistant fortgesetzte Beugungsordnungen in der Betrachterebene 4, wobei die holografische Kodierung mittels des sogenannten Detourphasen-Effektes in die höheren Beugungsordnungen erfolgt, während die 0. Beugungsordnung eine einfache Abbildung der Lichtquelle in die Betrachterebene durch die Öffnungen des Hologramms hindurch darstellt. Da die Intensität nach höheren Beugungsordnungen hin abnimmt, wird in der Regel die 1. oder die -1. Beugungsordnung gewählt. Wenn nicht ausdrücklich anders beschrieben, wird im Weiteren willkürlich die 1. Beugungsordnung gewählt.

Die Ausdehnung der Rekonstruktion wurde hier so gewählt, dass sie mit dem Periodizitätsintervall in der Betrachterebene 4 übereinstimmt. Somit schliessen sich höhere Beugungsordnungen ohne Lücke aber auch ohne Überlappung aneinander an.

Die ausgewählte 1. Beugungsordnung bildet zwar als Fouriertransformierte die Rekonstruierte des Hologramms, stellt aber nicht die eigentliche dreidimensionale Szene dar, sondern nur das Betrachterfenster, durch das hindurch die Szene betrachtet werden kann. Es überdeckt wenigstens eine Pupille, besser das Auge, des Betrachters (Darstellung in der Fig. 2).

Im Inneren der 1. Beugungsordnung ist die eigentliche dreidimensionale Szene 6 in Form eines Kreises angedeutet. Die Szene liegt also innerhalb des Rekonstruktionskegels, der vom Hologramm und dem Betrachterfenster aufgespannt wird.

Die Fig. 3 zeigt dazu die holografische Kodierung. Die dreidimensionale Szene ist aus Punkten aufgebaut. Mit dem Betrachterfenster als Basis und dem ausgewählten Punkt in der Szene als Spitze wird ein Kegel durch diesen Punkt hindurch verlängert auf das Hologramm projiziert.

Es entsteht ein Projektionsgebiet 8 im Videohologramm, in dem dieser Punkt holografisch kodiert wird. Zur Berechnung der Phasenwerte kann man die Weglängen vom betrachteten Punkt zu den Zellen des Hologramms bestimmen. Die Amplitude ergibt sich aus der Intensität des Punktes.

Mit dieser Konstruktion wird die Grösse des Betrachterfensters 5 eingehalten. Würde im Beispiel dagegen der betrachtete Punkt im gesamten Hologramm kodiert, wäre die Rekonstruierte über das Periodizitätsintervall hinaus ausgedehnt. Die Betrachterzonen aus benachbarten Beugungsordnungen würden sich überlappen, wobei der Betrachter eine periodische Fortsetzung des betrachteten Punktes sehen würde. Eine so kodierte Oberfläche würde durch Mehrfachüberlagerungen in ihren Konturen verwaschen erscheinen.

Vorteilhafterweise wird der Intensitätsabfall zu höheren Beugungsordnungen hin zur Unterdrückung des Übersprechens auf andere Betrachterfenster genutzt. Die Fig. 4 zeigt dazu schematisch einen Intensitätsverlauf über die Beugungsordnungen. Auf der Abszisse sind die Beugungsordnungen aufgetragen. Die 1. Beugungsordnung stellt das Betrachterfenster für das linke Auge, also das linke Betrachterfenster, dar, durch das die dreidimensionale Szene betrachtet werden kann. Das Übersprechen in das rechte Auge wird durch den Abfall der Intensität nach höheren Ordnungen und zusätzlich noch durch den Nulldurchgang dieser Verteilung unterdrückt.

Der Betrachter kann die Szene des Hologramms natürlich auch mit beiden Augen betrachten (Darstellung in der Fig. 5). Für das rechte Auge wurde als Betrachterfenster die -1. Beugungs-

ordnung zur Lichtquelle 1 gewählt. Auf das linke Auge spricht diese Intensität mit einem Wert über, der der -6. Beugungsordnung entspricht.

Für das Linke Auge wurde die 1. Beugungsordnung entsprechend der Lage von Lichtquelle 1' gewählt. Erfindungsgemäss werden synchron mit den Lichtquellen 1 und 1' die entsprechenden dreidimensionalen Szenen ortsfest dargestellt. Dazu wird das Hologramm 3 beim Zuschalten der Lichtquellen 1 und 1' jeweils neu kodiert.

Bewegt sich der Betrachter, werden die Lichtquellen so nachgeführt, dass die beiden Betrachterfenster auf den Augen des Betrachters lokalisiert bleiben. Dies gilt auch bei Bewegungen in der Normalen, also senkrecht zum Videohologramm. Entsprechend dem Abbildungsgesetz für die optische Abbildung werden die Normalen-Abstände der Lichtquellen gewählt.

Weiterhin können auch mehrere Betrachter eine Szene betrachten, indem durch Zuschalten weiterer Lichtquellen zusätzliche Betrachterfenster entstehen.

Patentansprüche

1. Videohologramm und Einrichtung zur Rekonstruktion von Videohologrammen mit einem optischem System bestehend wenigstens aus einer Lichtquelle und dem Videohologramm aus matrixförmig oder regulär angeordneten Zellen mit mindestens einer in Amplitude und/oder Phase steuerbaren Öffnung je Zelle,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Rekonstruktion als Fouriertransformierte des Videohologramms am Ort des Lichtquellenbildes des optischen Systems als Betrachterfenster lokalisiert ist, durch welches hindurch die dreidimensionale Szene als Transformierte des Videohologramms betrachtbar ist, und dass Ausdehnung und Periodizitätsintervall des Betrachterfensters gleich oder annähernd gleich gross sind.

2. Videohologramm und Einrichtung nach Patentanspruch 1,

dadurch gekennzeichnet;

dass das optische System aus mindestens einer reellen oder virtuellen punkt- und/oder linienförmigen Lichtquelle und einer Linse besteht.

3. Videohologramm und Einrichtung nach den Patentansprüchen 1 oder 1 bis 2,

dadurch gekennzeichnet,

dass das Betrachterfenster in etwa auf eine Pupille, ein Auge, einen Augenabstand eines Betrachters oder auf einen bestimmten Bereich begrenzt und lokalisiert ist.

4. Videohologramm und Einrichtung nach den Patentansprüchen 1 bis 3,

dadurch gekennzeichnet,

dass der anderen Pupille oder dem anderen Auge des Betrachters ein zweites Betrachterfenster durch Zuschalten einer zweiten reellen oder virtuellen Lichtquelle zu einem Lichtquellenpaar im optischen System zugeordnet ist.

5. Videohologramm und Einrichtung nach den Patentansprüchen 1 bis 4,

dadurch gekennzeichnet,

dass mehreren Betrachtern durch Zuschalten mehrerer Lichtquellenpaare mehrere Paare von Betrachterfenstern zugeordnet sind.

6. Videohologramm und Einrichtung nach den Patentansprüchen 1 bis 5,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Betrachterfenster über die Lichtquelle/n oder das Lichtquellenpaar oder die Lichtquellenpaare durch mechanischen Versatz, durch bewegliche Spiegel, durch beleuchtete oder selbstleuchtende Öffnungen/Lichtquellen in einer elektronisch steuerbaren matrix- oder zeilenförmigen oder anderen geeigneten Anordnung oder auf andere geeignete Weise so positioniert sind, oder/und dass sich der/die Betrachter so positionieren, dass die Lokalisierung des oder der Betrachterfenster auf die Pupille, die Pupillen, das Auge oder die Augen des Betrachters gegeben ist.

7. Videohologramm und Einrichtung nach den Patentansprüchen 1 bis 6,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Information zur Bestimmung der Position der Lichtquellen oder der Lichtquellenpaare von wenigstens einem Positionsgeber zur Ermittlung der Position/en des oder der Betrachter geliefert wird.

8. Videohologramm und Einrichtung nach den Patentansprüchen 1 bis 7,

dadurch gekennzeichnet,

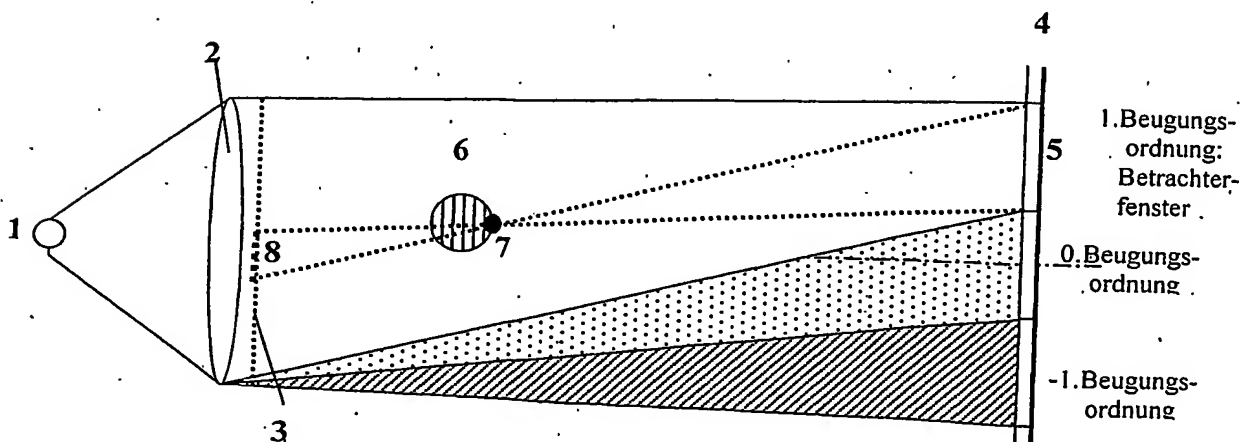
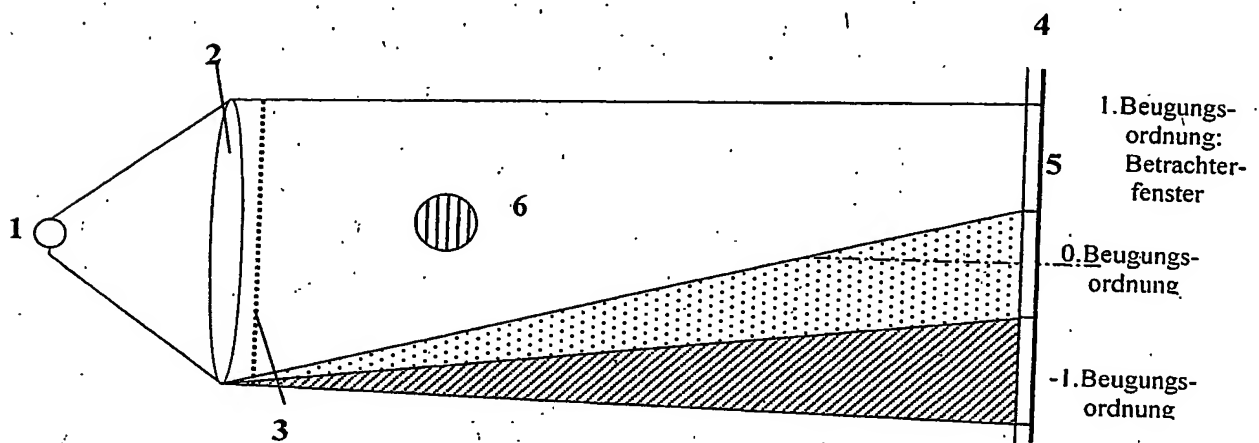
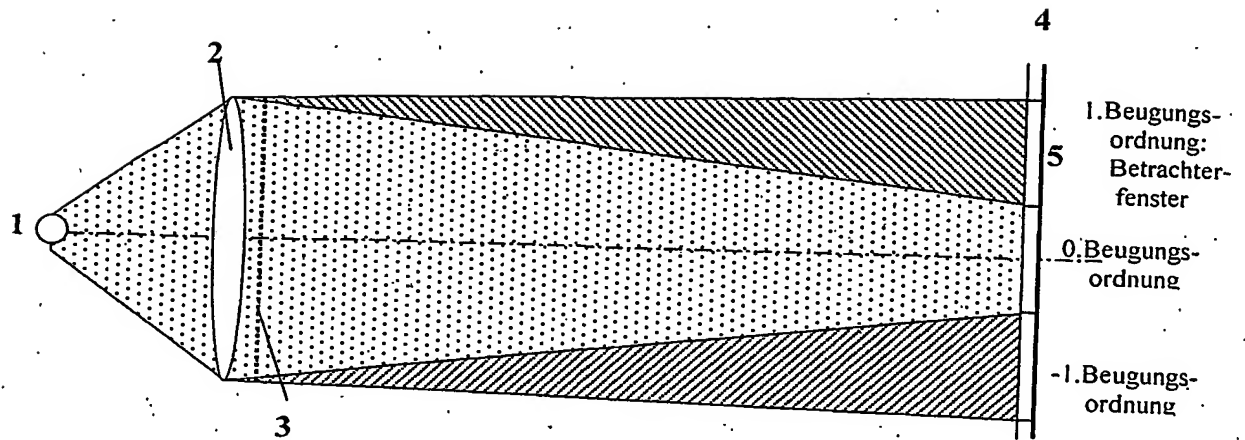
dass das optische System und das Videohologramm so angeordnet sind, dass die höhere Beugungsordnung des Betrachterfensters mit einer Nullstelle der Intensitätsverteilung auf das andere Auge fällt.

9. Videohologramm und Einrichtung nach den Patentansprüchen 1 bis 8,

dadurch gekennzeichnet,

dass die farbige Rekonstruktion von einem Videohologramm aus matrixförmig oder regulär angeordneten Zellen mit mindestens drei für die Grundfarben in Amplitude und/oder Phase steuerbaren Öffnungen je Zelle erfolgt, wobei die Kodierung für die Öffnungen für jede Grundfarbe separat erfolgt.

10. Videohologramm und Einrichtung nach den Patentansprüchen 1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass die farbige Rekonstruktion durch wenigstens drei nacheinander ausgeführte
Rekonstruktionen in den Grundfarben erfolgt.



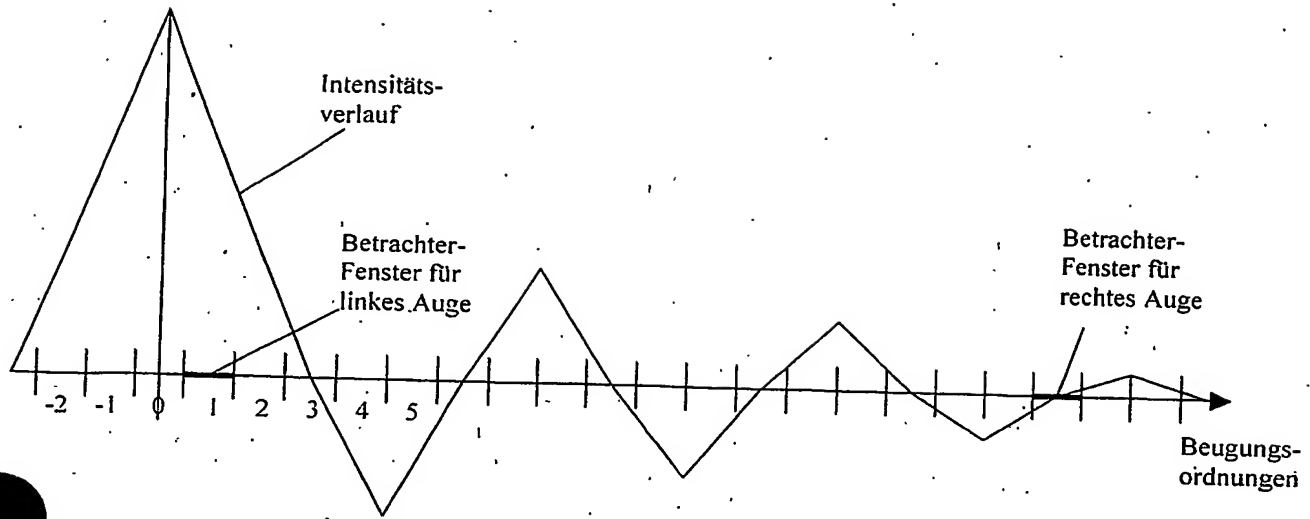


Fig. 4

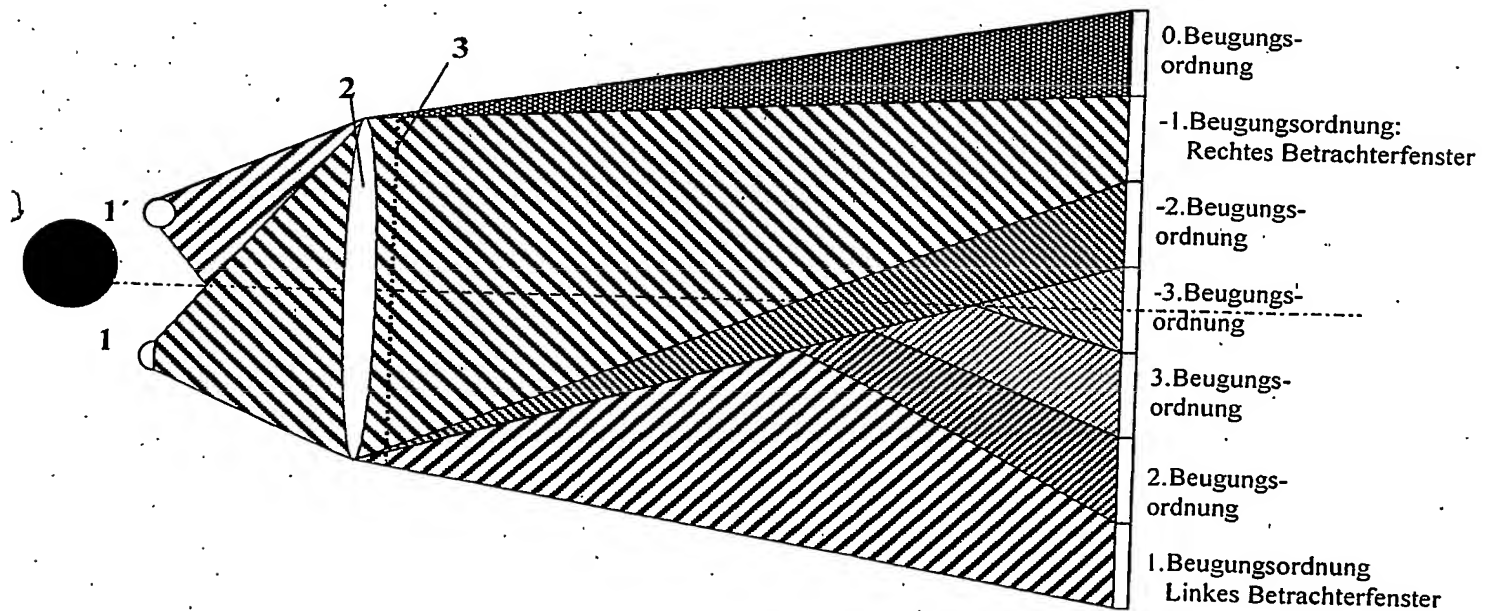


Fig. 5

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.